

УДК 674.815-41:621.317

А.Б.Израелит, П.В.Бойцов, Т.Г.Бочарова  
(Ленинградская лесотехническая академия)

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТЕЙ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Одним из возможных дефектов древесностружечных плит является их неизбежная послойная неоднородность, возникающая вследствие пьезотермообработки. Настоящая статья посвящена установлению конкретных причин этой неоднородности и разработке закономерностей, позволяющих ее прогнозировать в зависимости от параметров технологических режимов пьезотермообработки.

Согласно экспериментальным данным [1] в процессе прессования древесных композиций температура растет по линейному закону и примерно через 2,5...3 мин достигает стабильного значения. В наружных слоях стабильные значения температур несколько выше, чем во внутренних (примерно на 20°C). Точка достижения постоянных значений температуры практически совпадает с максимальной плотностью пакета, которая также растет линейно. Это позволяет найти взаимосвязь ряда переменных факторов, характеризующих деформационную картину композиции при ее прессовании. При этом нагревание приводит к снижению сопротивления и жесткости композиции. Эти снижения характеризуются соответствующими термическими коэффициентами  $K_G$ ,  $K_E$ , которые в соответствии с экспериментальными данными [2] аппроксимируются показательными функциями

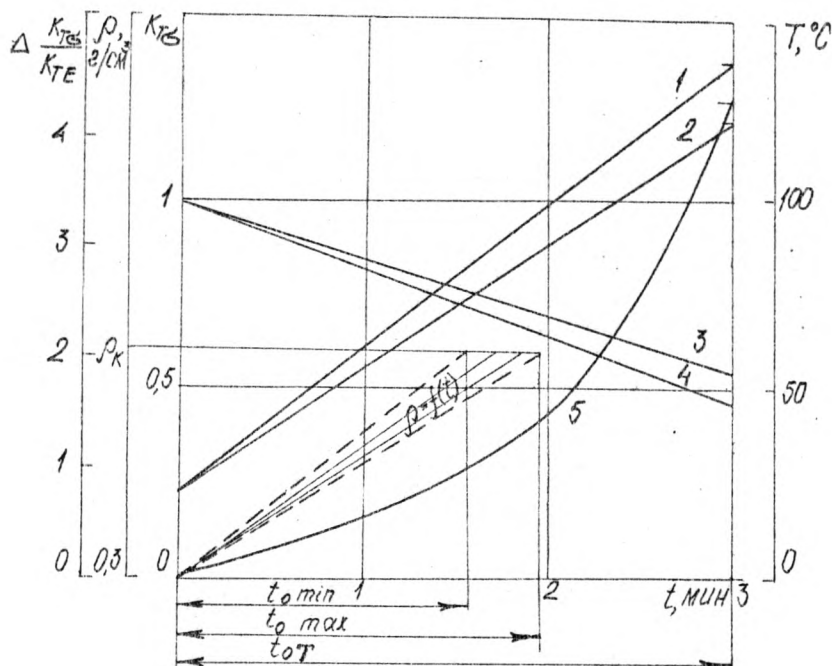
$$\sigma_T = \sigma_{20^\circ\text{C}} \cdot K_G = \sigma_{20^\circ\text{C}} \cdot e^{z_1(T-20)}; E_T = E_{20^\circ\text{C}} \cdot K_E = E_{20^\circ\text{C}} \cdot e^{z_2(T-20)}, \quad (1)$$

где  $\sigma_{20^\circ\text{C}}$ ,  $E_{20^\circ\text{C}}$ ,  $\sigma_T$ ,  $E_T$  — сопротивление и жесткость композиции при комнатной температуре и температуре обработки  $T$ ,

$z_1 = -0,006$ ;  $z_2 = -0,027$  — эмпирические показатели.

На рисунке приведены графики, определяющие характер изменения температур в наружных и внутренних слоях плиты, соответствующие этим температурам графики термических коэффициентов  $K_G$ ,  $K_E$  и приращения деформационного коэффициента, т.е. отношения  $K_{TG}/K_{TE}$  для наружных слоев по сравнению с внутренними

$$\Delta \frac{K_{TG}}{K_{TE}} = \frac{K_{TG}}{K_{TE}} - \frac{K_{TG}}{K_{TE}} = e^{0,021(T_H-20)} - e^{0,021(T_B-20)}. \quad (2)$$



Закономерности изменения температуры, плотности и параметров деформирования в наружных и внутренних слоях древесностружечных плит:

1 -  $T_{\text{нар}}$ ; 2 -  $T_{\text{вн}}$ ; 3 -  $T_{\text{свн}}$ ; 4 -  $K_{\text{TBнар}}$ ;

5 -  $\Delta \frac{K_{TB}}{K_{TE}}$

Приращение деформационного коэффициента показывает, насколько интенсивнее накапливаются деформации в наружных слоях по сравнению с внутренними. Этим коэффициентом можно воспользоваться для объяснения неравномерной плотности плит по сечению за счет разности в остаточных деформациях наружных и внутренних слоев. При этом необходимо учитывать, что максимальная плотность достигается раньше полного прогрева пакета примерно по прошествии не более  $1/2 \dots 2/3$  времени прессования (см. рисунок). Таким образом, при подсчете деформационных коэффициентов  $K_{\text{TB}}/K_{\text{TE}}$  следует учитывать не конечные температуры слоев, а фактические при достижении расчетной плотности.

Предположим в первом приближении, что плотности и темпе-

ратуры распределены по сечению прессуемого древесноклеевого пакета по линейному закону. Это позволяет в наиболее простой форме записать два условия, связывающие плотность внутренних  $\rho_B$  и наружных  $\rho_H$  слоев изделия. Первое условие соответствует сохранению массы изделия

$$\rho = \frac{\rho_H + \rho_B}{2}, \quad (3)$$

где  $\rho$  - средняя плотность.

Второе условие определяет среднее остаточное уплотнение как полусумму уплотнений в наружных и внутренних слоях. При этом предполагается, что интенсивность развития уплотнений пропорциональна соответствующим деформационным коэффициентам, зависящим от температуры [3],  $K_{TB}/K_{TE} = e^{0,021(T-20)}$ .

Условие взаимосвязи уплотнений имеет вид

$$\frac{K_{TB}}{K_{TE}} \cdot \varepsilon_{ост} = \frac{1}{2} \left( \frac{K_{TB}}{K_{TE}} \cdot \varepsilon_{остH} + \frac{K_{TB}}{K_{TE}} \cdot \varepsilon_{остB} \right). \quad (4)$$

Подставляя значения деформационных коэффициентов, приводим условие (4) к виду

$$e^{0,021(T-20)} \varepsilon_{ост} = \frac{1}{2} \left[ e^{0,021(T_H-20)} \varepsilon_{остH} + e^{0,021(T_B-20)} \varepsilon_{остB} \right], \quad (5)$$

где  $T_H, T_B, T = \frac{1}{2}(T_H + T_B)$  - температура в рассматриваемый момент в наружных и внутренних слоях и средняя температура соответственно.

Выразим остаточные уплотнения через плотности согласно введенным в [3] уравнениям

$$\varepsilon_{ост} = \left[ \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) - \varepsilon_y \right] = \left[ \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) - \frac{\sigma_0 + \beta p}{a} \ln \frac{\rho}{\rho_0} - \frac{\beta}{a} (p - p_0) \right], \quad (6)$$

где  $\sigma_0 = -0,63$  МПа,  $\beta = 25,26$  МПа  $\frac{cm^3}{2}$ ;  $a = 375$  МПа  $\frac{cm^3}{2}$  - эмпирические коэффициенты для древесноклеевой композиции.

В формуле (6) можно пренебречь вторым и третьим членами выражающими упругие компоненты деформации, так как они значительно меньше первого члена. После подстановки значений остаточных уплотнений в (5) получаем

$$e^{0,021(T-20)} \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) = \frac{1}{2} \left[ e^{0,021(T_H-20)} \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho_H} \right) + e^{0,021(T_B-20)} \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho_B} \right) \right]. \quad (7)$$

Решая совместно уравнения (3) и (7) при известной средней плотности  $\rho$  и законе изменения температур в наружных и внутренних слоях пакета, можно определить динамику роста плотностей в любых частях пакета, а также конечные плотности слоев после пьезотермообработки. Решения выведенных уравнений при максимальном и минимальном времени стабилизации плотности (см. рисунок)

$t_{0min} = \frac{1}{2} t_{0T}$ ,  $t_{0max} = \frac{2}{3} t_{0T}$  и средней расчетной плотности  $\rho = 0,800 \text{ г/см}^3$  дали следующие распределения плотностей между внутренними и наружными слоями:

при  $t_{0min}$   $\rho_{\theta} = 0,660 \text{ г/см}^3$ ;  $\rho_{\pi} = 0,940 \text{ г/см}^3$ ;  
 при  $t_{0max}$   $\rho_{\theta} = 0,620 \text{ г/см}^3$ ;  $\rho_{\pi} = 0,980 \text{ г/см}^3$ .

Полученные конкретные значения плотностей показывают, что увеличение разрыва между временем прогрева и временем достижения расчетной плотности приводит к более однородному распределению плотностей. Относительные расхождения в величинах плотностей при крайних значениях времен достижения расчетной плотности составляют в наружных слоях

$$\frac{0,980 - 0,940}{0,980} = 4,1\% ;$$

во внутренних слоях  $\frac{0,660 - 0,620}{0,660} = 6,1\%$ .

При значительной вариантности свойств стружки и зависимости этих свойств от фракционного состава такие расхождения следует признать малыми. Поэтому можно утверждать, что возможные колебания во времени достижения расчетной плотности незначительно влияют на однородность получаемого изделия.

Найденные распределения плотностей соответствуют экспериментальным данным [4].

## Выводы

1. Неоднородность плотности древесностружечных плит по сечению является следствием различия температур наружных и внутренних слоев прессуемого пакета при пьезотермообработке.
2. Выведенные зависимости позволяют прогнозировать распределение плотностей по сечению плиты.
3. Анализ полученных зависимостей позволяет наметить пути уменьшения неоднородности строения плит, что может быть достигнуто за счет интенсификации уплотнения пакета до достижения расчетной плотности при обеспечении максимально возможной равномерности его прогрева.

## Литература

1. Шварцман Г.М. Производство древесностружечных плит. - М.: Лесная промышленность, 1977. - 312 с.
2. Уголев Б.Н. Деформативность древесины и напряжения при сушке. - М.: Лесная промышленность, 1971. - 174 с.
3. Израелит А.Б. Исследование путей оптимизации гнуто-клееных изделий из шпона и оборудования для их изготовления: Дис... д-ра техн.наук. - Л.: ЛТА, 1975. - 340 с.
4. Соснин М.И., Климова М.И. Физические основы прессования древесностружечных плит. - Новосибирск: Наука, 1981. - 193 с.

УДК 643.081.311

М.Э.Крогиус, Т.Ю.Чурбанова  
(Ленинградская лесотехническая академия),

А.М.Казарновский, М.Н.Раскин  
(НПО Гидролизпром)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В настоящее время многие предприятия по производству плит испытывают дефицит сырья. В то же время на предприятиях гидролизной промышленности по данным НПО Гидролизпром остается свыше 1 млн.т. в год (на АСВ) не утилизируемого гидролизного лигнина, который мог бы найти рациональное применение в производстве различных видов плит [1].

Вопросу рационального применения гидролизного лигнина посвящено большое количество научных работ [1-5]. Одним из возможных направлений крупнотоннажного использования гидролизного лигнина может быть его использование в различных видах плит [5-7].

Из литературных источников известно, что применение мелкодисперсного гидролизного лигнина в производстве древесностружечных плит вызывает большие технологические трудности и максимальное количество утилизируемого лигнина не превышает 6% от массы плиты [6-7]. В 1971 г. В.В.Арбузов предложил способ использования активированного аммиаком гидролизного лигнина в качестве наполнителя среднего слоя плиты, причем объем среднего